

# ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ВЫСОКООБОРОТНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ НАСОСОВ С ПРЯМЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Поклад А.А., студентка; Гулый А.Н., доцент

**Актуальность.** Повышение частоты вращения динамических энергетических машин - лопастных насосов, компрессоров, турбин, так же, как и электродвигателей, приводит к повышению их удельной мощности на единицу массы, следовательно, снижению материалоемкости и стоимости механической обработки при изготовлении, т.е., в конечном итоге, теоретически влечет за собой снижение себестоимости и цены. Таким образом, в случае сохранения приемлемых показателей надежности и ресурса, повышение частоты вращения можно рассматривать как один из путей повышения экономической эффективности оборудования.

Для полного экономического анализа в качестве исходных данных необходим достаточно объемный массив фактических параметров агрегатов, характеризующих их экономическую эффективность, таких как стоимость в отдельности насоса, привода, преобразователя частоты, их ресурс, периодичность и стоимость ремонтов, показатели надежности и т.д. Получение таких данных требует проведения большого объема опытно - конструкторских работ, научных исследований, изготовления и испытаний опытных образцов. В то же время, для выделения наиболее перспективной области инновационных работ, на первом этапе достаточно ограничиться предельно упрощенным, оценочным экономическим расчетом.

**Методика исследования.** В качестве первого приближения проведена оценка порядка изменения первоначальной цены агрегата при повышении частоты вращения в предположении о неизменности остальных наиболее важных технических характеристик. При этом в качестве исходных данных приняты действующие цены на существующее оборудование по прейскурантам фирмы "Римос", г. Москва, которая реализует обширную номенклатуру насосов и двигателей производителей СНГ.

Предполагаемые цены на перспективное оборудование определены на основании технико-стоимостного анализа составляющих частей оборудования, либо путем параметрической интерполяции и экстраполяции цен на существующее оборудование.

Теоретические зависимости подачи  $Q$ , напора  $H$  и мощности  $N$  насоса от частоты вращения  $n$  известны и имеют следующий вид:

$$Q = Q_0 (n / n_0), H = H_0 (n / n_0)^2, N = N_0 (n / n_0)^3,$$

где индексом "0" обозначены значения величин для базовой частоты вращения.

Таким образом, в наиболее грубом приближении, в качестве типоразмера высокооборотного насоса возможно принять другой типоразмер (габарит) такого же насоса с частотой вращения 3000 об/мин, имеющий параметры, наиболее близкие к полученным в результате пересчета по формулам

$$Q = Q_{3000} * n / 3000, H = H_{3000} * n^2 / 3000^2.$$

Анализ конструкции и условий работы основных узлов центробежных насосов различных типов позволяет выделить следующие источники повышения стоимости прототипа при повышении частоты вращения: замена механических уплотнений с целью повысить допускаемые нагрузки; замена соединительной муфты с целью снижения нагрузок на опоры; повышение стойкости к абразивному и эрозионному износу элементов проточной части за счет замены материалов, применения напылений, наплавки и т.д.; замена шарикоподшипников в опорах либо переход на встроенные опоры; повышение механической прочности деталей, связанное с ростом нагрузок.

Учет последних двух факторов затруднителен, поэтому их влиянием на окончательную цену пришлось пренебречь на фоне остальных, более существенных. Первые три фактора учтены непосредственно по данным производителей соответствующих узлов.

Поскольку, в отличие от насосов, номенклатура электродвигателей имеет четкую параметрическую структуру, прогноз цен высокооборотных двигателей выполнен экстраполяцией по функции вида

$$C_{дв} = a + b^c,$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  - константы, рассчитываются минимизацией суммы квадратов отклонений.

По материалам прайс-листов дилеров цена преобразователей частоты мощностью до 500 кВт представлена в виде линейной зависимости  $C_{пр} = 500(1+N)$ , гривен, где  $N$  - мощность преобразователя в киловаттах.

Сравнительный анализ цен существующих насосных агрегатов и их предполагаемых высокооборотных аналогов привел к **следующим выводам**. Агрегаты для неагрессивных и неопасных жидкостей с одноступенчатыми насосами типов К, КМ, Д и многоступенчатым секционным типа ЦНС в высокооборотном исполнении будут значительно, в 2 - 4 раза дороже своих стандартных прототипов. Цена химических и нефтяных высокооборотных насосных агрегатов (Х, НК), коррозионностойких многоступенчатых (ЦНСм), а также скважинных нефтяных электронасосов (ЭЦН) может быть в 2 - 5 раза ниже цены прототипов (Х, НК, ЦНСм), особенно в наиболее дорогих исполнениях из высоколегированных сталей.